

PAT-NO: JP359229816A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 59229816 A  
TITLE: VAPOR GROWTH APPARATUS FOR COMPOUND SEMICONDUCTOR  
PUBN-DATE: December 24, 1984

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
KONNO, KUNIAKI

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL COUNTRY  
N/A

APPL-NO: JP58104262  
APPL-DATE: June 13, 1983

INT-CL (IPC): H01L021/205  
US-CL-CURRENT: 148/DIG.65, 257/E21.101

ABSTRACT:

PURPOSE: To stably improve composition of each grown layer, growing rate and reproducibility without receiving influence of precipitate on the bulb wall by constituting a furnace heater, III-group metal source boat, V-group gas introducing pipe and substrate supporting device in such a way that they can be moved to the up-stream side of internal gas of respective reaction tube.

CONSTITUTION: A movable furnace heater 1 is arranged at the outside of a reaction tube 2, and a substrate support device 3, a III-group metal source boat 8, a V-group gas introducing tube 11 and a III-group metal source boat protection tube 15 are arranged within the reaction tube 2. These support device 3, source boat 8, introducing tube 11 and protection tube 15 are attached to the coupling bar 10 and thereby these can be moved in parallel in the axial direction of reaction tube 2 by operating the coupling bar 10 from the outside of reaction tube 2. The III-group metal source boat 8' is disposed within the protection tube 15 and the HCl/H<SB>2</SB> introducing tube 14 is also connected thereto. Here, the source boat 8 is filled with indium metal 9 and the source boat 8' is filled with the gallium metal 9'.

COPYRIGHT: (C)1984,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59-229816

⑮ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 01 L 21/205

識別記号

庁内整理番号  
7739-5F

⑬ 公開 昭和59年(1984)12月24日

発明の数 1  
審査請求 有

(全 6 頁)

⑭ 化合物半導体の気相成長装置

川崎市幸区小向東芝町1番地東  
京芝浦電気株式会社総合研究所  
内

⑯ 特 願 昭58-104262

⑰ 出 願 昭58(1983)6月13日

⑱ 発 明 者 紺野邦明

⑲ 出 願 人 工業技術院長

明 細 書

1. 発明の名称

化合物半導体の気相成長装置

2. 特許請求の範囲

(1) 反応管内に原料ガスを導入し、Ⅲ族金属の塩化物とⅤ族ガスをを用いた気相開管法により半導体基板上に2種以上のⅢ-Ⅴ族化合物半導体層を成長させる化合物半導体の気相成長装置において、前記反応管内に配置され前記基板を支持する基板支持具と、この支持具近傍でかつ上記反応管内のガス流上流側に配置された複数のⅢ族金属ソースポートと、上記支持具近傍でかつガス流上流側にその一端が配置され上記支持具近傍にⅤ族ガスを導入するⅤ族ガス導入管と、上記支持具、ポート及び導入管を1つの結晶層成長毎に前記反応管内のガス流上流側に所定距離だけ一体的に移動せしめる手段と、前記反応管内の所定領域を加熱しかつ上記移動と共にその加熱領域を可変して前記支持具近傍を一定状態に加熱する加熱手段とを具備してなる

ことを特徴とする化合物半導体の気相成長装置。

(2) 前記加熱手段は前記反応管外に配置された炉加熱体からなり、この炉加熱体は前記支持具、ポート及び導入管と一体的に移動されるものであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の化合物半導体の気相成長装置。

(3) 前記支持具、ポート及び導入管は、同一の連結棒に一体的に連結されたものであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の化合物半導体の気相成長装置。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の技術分野〕

本発明は、化合物半導体の気相成長技術に係わり、特に複数のⅢ-Ⅴ族化合物半導体層を積層形成するのに適した化合物半導体の気相成長装置に関する。

〔発明の技術的背景とその問題点〕

近時、化合物半導体を用いた各種の新機能素子が研究開発されており、その中の一例として InGaAsP、4元混合系を用いた半導体レーザがあ

る。この半導体レーザを作製する場合、結晶基板としてN型InP基板を用い、その上にN型InP層(クラッド層)、InGaAsP層(活性層)、P型InP層(クラッド層)及びP型InGaAsP層(オーミック層)等を成長させ、所謂DH(ダブルヘテロ)接合構造を形成するのは周知のことである。そして、上記各成長層を形成するには、従来次のような装置が用いられている。

第1図は $\text{HCl} / \text{PH}_3 / \text{AsH}_3 / \text{Ga} / \text{In} / \text{H}_2$ 系のInGaAsP 4元混晶気相成長装置の概略構成を示す断面図である。図中1は炉加熱体、2は石英製反応管であり、反応管2内には基板支持具3が設置されている。基板支持具3の上表面には凹状の溝部3aが設けられており、この溝部3a内にInP基板4が収納される。また、基板支持具3の上表面には、操作棒5に連結されたスライドカバー6が設置されている。そして、スライドカバー6の移動により、InP基板4と反応管2内のガス流雰囲気とが接触或いは隔離されるものとなっている。なお、図中矢印はガス

流を示しており、反応管2の左方がガス流上流側、右方がガス流下流側である。

上記構成の気相成長装置を用いた結晶成長は、以下のように行われる。まず、基板支持具3の凹部にInP基板4を配置し、スライドカバー6をガス流下流側に引き、ガス流雰囲気とInP基板4とが接触する状態にする。次に、反応管2の昇温過程中、その内部温度がInP基板4の熱劣化を起こす前に、ガス流上流側から既に導入されているキャリア水素ガスにリン水素ガスを混入させることにより、InP基板4に所望のリン圧を印加する。その後、InP基板4の周囲温度が結晶成長可能な温度に達した時点で、スライドカバー6をガス流上流側に移動し溝部3aを覆う。これと同時に、ガス流上流側から塩化インジウム、リン水素化合物等の気体状原料を、キャリアガスである水素により基板支持具3の設置されている結晶析出領域Pに運び、気体状原料及び水素ガスが定常状態になるまで待つ。

気体状原料及び水素ガスが定常状態に達したら、スライドカバー6をガス流下流側に移動し、InP基板4とガス流雰囲気とを接触させてInP層の気相成長を施す。InP気相成長層が所望の膜厚になったら、直ちにスライドカバー6で凹部3aを覆い、InP気相成長層とガス流雰囲気とを隔離して気相成長を一旦停止する。次いで、気相成長用気体原料の供給を中止し、水素ガスのみで気相成長用気体原料を完全にパージする。かくして、1つの気相成長層を得たのちは、各々の結晶の熱劣化防止に見合った種類のガスを反応管2内の結晶析出領域に送り込んで熱劣化防止対策を施し、各々の結晶成長に必要な気相成長用原料を上記領域に送り込み、前記と同様の操作を施すことにより、組成比若しくは種類の異なる気相成長層が順次多層成長することになる。

しかしながら、この種の従来装置を用いる場合にあっては、次の(1)、(2)のような問題があった。

(1) 気相成長を施すとき、基板だけでなく結晶析出領域の反応管内壁にも結晶の析出が生じ、熱劣化防止用の水素化合物がこの管壁析出を助長する。そして、この管壁析出物7は気相成長層の組成や再現性等の不安定化、成長速度の著しい低下を招く要因となり、さらには異なる気相成長層間の遷移領域幅を拡げる要因となる。なお、上記組成の不安定化や遷移領域の拡大は、半導体レーザの特性劣化を招くものである。

(2) 上記(1)項で述べた管壁析出物を除去する対策として余剰 $\text{HCl}$ によるガスエッチングと呼ばれる方法があるが、これは一時的に反応管内部の $\text{HCl}$ 量を増やして行うために、 $\text{HCl}$ を定常量まで戻すのに長時間を要し作業性の低下を招く。

#### 〔発明の目的〕

本発明の目的は、管壁析出物による悪影響を防止し、異なる化合物半導体結晶層を容易かつ再現性良く多層に気相成長させることができ、さらに各成長層間の遷移領域幅を極めて狭くし

得る化合物半導体の気相成長装置を提供することにある。

#### 〔発明の概要〕

本発明の骨子は、管壁析出物の存在領域によりガス流上流側で気相成長を行い、ガスエッチング工程を省略しても管壁析出物による悪影響を回避することにある。

すなわち本発明は、反応管内に原料ガスを導入し、Ⅲ族金属の塩化物とⅤ族ガスとを用いた気相開管法により半導体基板上に2種以上のⅢ-Ⅴ族化合物半導体層を成長させる化合物半導体の気相成長装置において、上記反応管内に配置された基板支持具、この支持具近傍で反応管内のガス流上流側に配置された複数のⅢ族金属ソースポート及び支持具近傍でかつガス流上流側にその一端が配置され上記支持具近傍にⅤ族ガスを導入するⅤ族ガス導入管等を1つの結晶層成長毎に反応管内のガス流上流側に所定距離だけ一体的に移動せしめると共に、この移動に同期して上記支持具近傍を一定状態に加熱す

るようにしたものである。

#### 〔発明の効果〕

本発明によれば、炉加熱体、Ⅲ族金属ソースポート、Ⅴ族ガス導入管及び基板支持具等を各反応管内部ガス流上流側へ移動できる構成としているので、気相成長工程毎に生ずる管壁析出物のある領域よりも絶えずガス流上流側(管壁析出物の無い領域)で新たな気相成長を施すことが可能となる。したがって、ガスエッチング工程を省略しても管壁析出物の影響を受けないことになり、その結果として各成長層の組成、成長速度及び再現性の安定化向上をはかり得、また各成長層間に於ける遷移領域幅を狭くすることができる。このため、半導体レーザの製造等に適用して絶大なる効果を発揮する。

#### 〔発明の実施例〕

第2図(a)~(c)は本発明の一実施例に係わる気相成長装置を説明するためのもので第2図(a)はその概略構成を示す模式図、第2図(b)は要部構成を示す断面図、第2図(c)は同図(b)の矢視A-

A断面図である。なお、第1図と同一部分には同一符号を付して、その詳しい説明は省略する。この実施例が第1図に示した従来装置と異なる点は、炉加熱体、基板支持具、Ⅲ族金属ソースポート及びⅤ族ガス導入管等を反応管の軸方向に対して平行移動できる構成としたことにある。すなわち、反応管2の外側には移動可能な炉加熱体1が配置され、反応管2内には基板支持具3、Ⅲ族金属ソースポート8、Ⅴ族ガス導入管11及びⅢ族金属ソースポート保護管15が配置されている。そして、これら支持具3、ソースポート8、導入管11及び保護管15は連結棒10に取着されており、連結棒10を反応管2の外側から操作することにより反応管2の軸方向に平行移動するものとなっている。また、保護管15には、その内部にⅢ族金属ソースポート8'が配置されると共に、HCL/H<sub>2</sub>導入管14が連結されている。ここで、ソースポート8内にはインジウムメタル9が充填され、ソースポート8'内にはガリウムメタル9'が充填されてい

る。なお、図中12は反応管導入管、13、13'は導入管11、14'を滑らかに移動するためのシール、14はHCL/H<sub>2</sub>導入管、16は反応管導入管をそれぞれ示している。また、上記炉加熱体1は連結棒10の移動に伴い上記支持具3、ソースポート8、8'導入管11、14'及び保護管15と一体的に移動するものとなっている。

次に、上記構成の本装置を用いた気相成長方法を、第3図(a)~(d)を参照して説明する。なお、第3図(a)~(c)は炉加熱体1及び基板支持具3等の位置を示す模式図、同図(d)は反応炉内温度プロファイルを示す模式図である。また、ここではInP/InGaAsP/InP基板の3層構造の例について説明する。

まず、炉加熱体1を第3図(a)に示す如く温度プロファイルAの位置に配置し、連結棒10を反応管2の外側から操作してⅢ族金属ソースポート8、基板支持具3及びⅤ族ガス導入管11等を温度プロファイルAの位置に対応させる。

次いで、操作棒5の操作によりスライドカバー6を移動し、InP基板4の収納されている凹状溝部3aを閉の状態にしたところ、反応管2内の昇温を開始する。次いで、反応管2内が温度プロファイルAのような気相成長可能な温度に達したら、HCL/H<sub>2</sub>導入管14からは昇温以前から流れているH<sub>2</sub>にHCLを混入させてインジウムメタル9まで運び塩化インジウムを形成し、またV族ガス導入管11からは同じく昇温以前から流れているH<sub>2</sub>にPH<sub>3</sub>を混入させて、リンのガス状分子を形成する。そして、InP気相成長用原料ガスが定常状態に達したら、前記スライドカバー6を移動し、凹状溝部3aを所望時間だけ開の状態にする。これにより、InP基板4上には第4図(a)に示す如く、InP気相成長層21が成長形成される。なお、このInP気相成長層21を形成する際にガリウムメタル9'が収納されているⅢ族金属ソースポート保護管15内にH<sub>2</sub>のみを流しておくことは勿論である。

InP気相成長層21が所望膜厚形成されたら、

ス流上流側にあるため、GaInAsP層22は管内析出物7aの影響を受けない。

GaInAsP気相成長層22が所望膜厚形成されたら、直ちに凹状溝部3aを閉の状態にする。同時にHCL/H<sub>2</sub>導入管14'のHCLとV族ガス導入管11のAsH<sub>3</sub>とを停止する。次いで、炉加熱体1を温度プロファイルCの位置に配置し、先のInP成長工程と同じ工程により、第4図(c)に示す如くGaInAsP層22上にInP気相成長層23が成長形成されることになる。なお、第3図(c)中7bは前記GaInAsP層22の成長時に生じた管壁析出物である。

かくして、本装置によれば、組成比或いは種類の異なる層を、所望の配列で多層成長することができる。しかも、炉加熱体1とⅢ族金属ソースポート8、8'基板支持具3、V族ガス導入管11等を各成長毎に管壁析出物領域よりも反応管2内のガス流上流側へ移動することで、管壁析出物7a、7bの影響を受けない気相成長が可能となり、気相成長層の再現性及び安定性

直ちに操作棒5の操作によりスライドカバー6を移動して凹状溝部3aを閉の状態にする。次いで、炉加熱体1を温度プロファイルBの位置に配置し、連結棒10の操作によりⅢ族金属ソースポート8、8'Ⅲ族金属ソースポート保護管15、基板支持具3及びV族ガス導入管11等も温度プロファイルBの位置に対応させる。ここで、第3図(b)中7aは前記InP気相成長層21の成長時に生じた管壁析出物である。

そして、反応管2内が温度プロファイルBのような気相成長可能な温度になったらHCL/H<sub>2</sub>導入管14'からもHCLを混入させてガリウムメタル9'まで運び塩化ガリウムを形成し、またV族ガス導入管11にはAsH<sub>3</sub>を更に混入させて、砒素のガス状分子を形成する。GaInAsP気相成長用原料ガスが定常状態に達したら、前記InP気相成長工程と同じく、凹状溝部を所望時間だけ開の状態にして、第4図(b)に示す如く該成長層21上にGaInAsP層22を成長形成する。このとき、InP基板4が管壁析出物7aよりもガ

の向上、更には成長速度の安定化をはかり得る効果が生ずる。さらに、従来装置に比してガスエッチング工程を省略できるため、作業時間を大幅に短縮することができ、経済性及び作業性の向上をはかり得る。

また、上述した効果を確認するため、本発明者等は実施例装置を用いInP基板4上にInP気相成長層21を約5.0[μm]、その上にGaInAsP気相成長層22を約0.2[μm]、最終層として

InP気相成長層23を約2.0[μm]成長形成する作業を10回行ない、それら、各試料の成長膜厚や運移領域幅、更には組成比等の測定を行った。その結果、前記各測定項目の試料間バラキは従来例と比較して約1/2～1/3にまで低減されていることが確認された。

なお、本発明は上述した実施例に限定されるものではない。例えば、形成すべき気相成長層の数は3層に限るものではなく、適宜変更可能である。そして、所望する成長層の数に応じて、反応管長等を適宜定めればよい。また、InP基

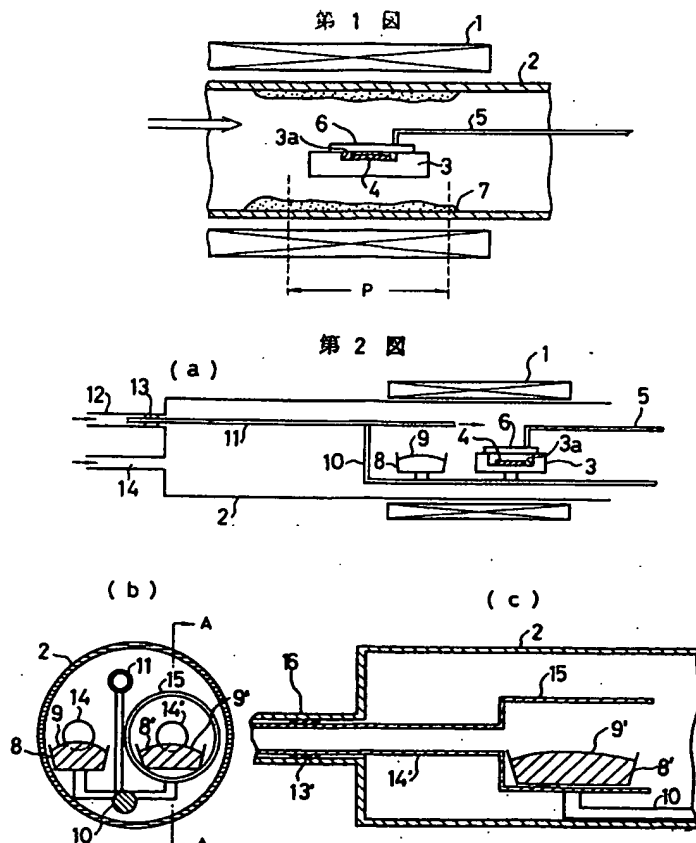
板の代わりにGaAs基板を用いてもよく、このGaAs基板上にGaAs層やGaAlAs層等を気相成長させることもできる。伊加熱体は必ずしも移動させる必要はなく、操作棒の移動に応じて前記第3図(d)に示す如く反応管内温度プロファイルを変えてくるものであればよい。その他、本発明の要旨を逸脱しないで、種々変形して実施することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

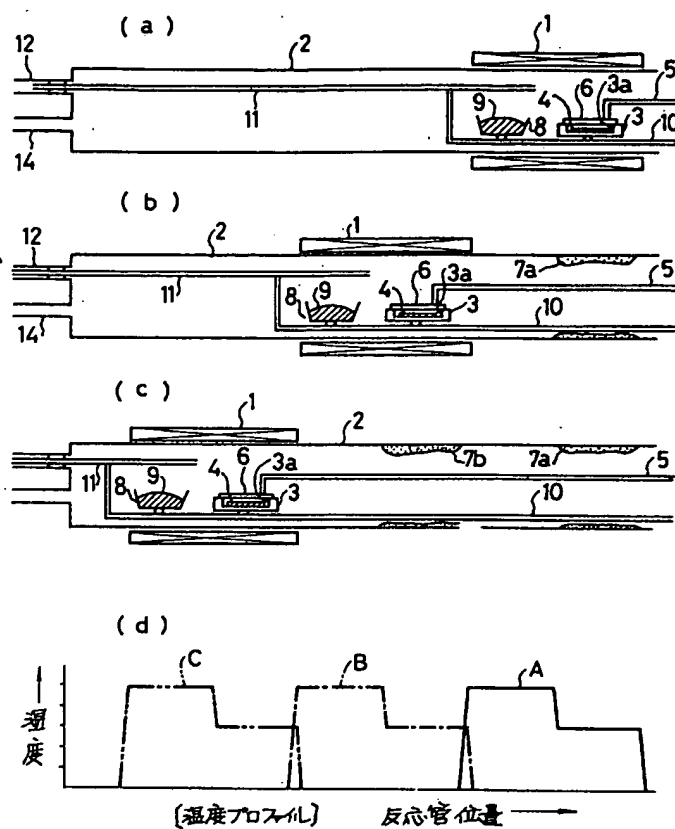
第1図は従来の気相成長装置の概略構成を示す断面図、第2図(a)~(c)は本発明の一実施例の構成を説明するためのもので、第2図(a)はその概略構成を示す模式図、第2図(b)はその要部構成を示す断面図、第2図(c)は同図(b)の矢視A-A断面図、第3図(a)~(d)は上記実施例の作用を説明するためのもので第3図(a)~(c)は伊加熱体及び基板支持具等の位置を示す模式図、第3図(d)は反応管内温度プロファイルを示す模式図、第4図(a)~(c)は上記実施例装置を用いた気相成長工程を示す断面図である。

1…伊加熱体、2…反応管、3a…凹状溝部  
3…基板支持具、4…InP基板、5…操作棒、  
6…スライドカバー、7, 7a, 7b…管壁析出物、8, 8'…Ⅲ族金属ソースポート、9…インジウム、9'…ガリウム、10…連結棒、11…V族ガス導入管、12…反応管導入管、13, 13'…シール、14, 14'…HCL/H<sub>2</sub>導入管、15…Ⅲ族金属ソースポート保護管、16…反応管導入管、21…InP気相成長層、22…GaInAsP気相成長層、23…InP気相成長層。

出願人 工業技術院長 川田 裕郎



第 3 図



第 4 図

